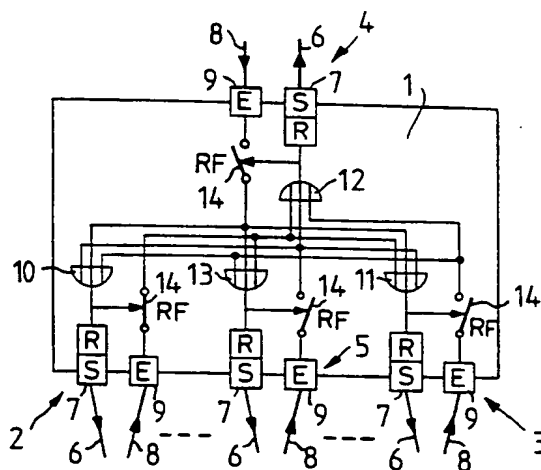




<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>5</sup> :</b> <b>H04L 11/16, H04B 9/00</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 90/09710</b> <b>(43) Internationales</b> <b>Veröffentlichungsdatum:</b> 23. August 1990 (23.08.90)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP89/00156 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 20. Februar 1989 (20.02.89) <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH [DE/DE]; Theodor-Stern-Kai 1, D-6000 Frankfurt/Main 70 (DE). <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US) :</b> POPP, Wolfgang [DE/DE]; Mangoldweg 34, D-6100 Darmstadt (DE). <b>(74) Anwalt:</b> LERTES, Kurt; Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH, Theodor-Stern-Kai 1, D-6000 Frankfurt/Main 70 (DE).		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

(54) Title: STAR-SHAPED NETWORK FOR DATA COMMUNICATION BETWEEN STATIONS

(54) Bezeichnung: STERNFÖRMIGES NETZ FÜR DIE DATENKOMMUNIKATION ZWISCHEN STATIONEN



## (57) Abstract

The invention concerns a process for data transmission between stations in a star-shaped network in which star connectors are arranged at the nodes of the network. The active, asymmetrical star connectors (1) used in the network transmit a current of signals received at the input of any gate (2, 3, 4, 5) only to the outputs of all the other gates. The receivers of the other gates are blocked against incoming signals for the duration of the signal current.

## (57) Zusammenfassung

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Informationsübertragung in einem sternförmigen Netz zwischen Stationen, wobei an Verzweigungsstellen des Netzes Sternkoppler vorgesehen sind. Im Netz eingesetzte aktive, unsymmetrische Sternkoppler (1) leiten einen an einem Eingang eines beliebigen Tors (2, 3, 4, 5) empfangenen Signalstrom nur an die Ausgänge aller anderen Tore weiter. Die Empfänger der anderen Tore werden für die Dauer des Signalstroms gegen einlaufende Signale blockiert.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MR	Mauritanien
BB	Barbados	FR	Frankreich	MW	Malawi
BE	Belgien	GA	Gabon	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BJ	Benin	IT	Italien	SD	Sudan
BR	Brasilien	JP	Japan	SE	Schweden
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SU	Soviet Union
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

## Sternförmiges Netz für die Datenkommunikation zwischen Stationen

### Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Informationsübertragung in einem sternförmigen Netz zwischen Stationen, wobei an Verzweigungsstellen des Netzes Sternkoppler vorgesehen sind, und auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Datenkommunikationsnetze können passive und/oder aktive Sternkoppler zwischen Kommunikationskanälen enthalten.

Zum Aufbau optischer Datennetze lassen sich z. B. passive Sternkoppler verwenden. Ein Sternkoppler ist passiv, wenn er keine verstärkenden oder regenerierenden Elemente enthält, also auch keine elektrische Energie benötigt. Die Aufteilung der mit den optischen Datenströmen verknüpften optischen Leistung erfolgt auf rein optische Weise. Der Sternkoppler hat  $n$  Tore, wobei jedes Tor je einen Eingang und je einen Ausgang hat. Insgesamt besitzt der Sternkoppler also ebensoviele Eingänge wie Ausgänge.

Jede einzelne Station des Netzes ist durch je zwei Lichtwellenleiter, im folgenden LWL genannt, mit dem Sternkoppler verbunden, von denen der ein LWL die Sende- der andere die Empfangsdaten der Station überträgt. Je einem Paar dieser zwei LWL ist je eines der Tore des Sternkopplers zugeordnet. Die Anzahl der Tore des Sterns und der Stationen des Netzes ist also identisch. Die von einem LWL in den Eingang eines Tores eingekoppelten Signale der Leistung  $P$  werden zu etwa gleichen Teilen, die in der Größenordnung  $P/n$  liegen (ohne Berücksichtigung der inneren Kopplerverluste), auf die einzelnen

## 2

Ausgänge des Sternkopplers aufgeteilt. Von hier aus werden die optischen Signale über je einen der  $n$  LWL zu je einem Empfänger der  $n$  Stationen des Netzes übertragen.

Der Ausgang des Tores, über dessen Eingang die Signale eingekoppelt wurden, enthält also die gleiche Leistung wie die Ausgänge der anderen Tore. Sternkoppler, wie der beschriebene, sollen im folgenden als "symmetrisch" bezeichnet werden, wenn

1. die Anzahl der Eingänge gleich der Anzahl der Ausgänge ist,
2. die in den Eingang eines beliebigen Tores  $X$  eingekoppelte optische Leistung gleichmässig auf die Ausgänge aller Tore, also auch auf den Ausgang des Tores  $X$ , verteilt wird.

Wesentlich ist, dass die maximale Netzreichweite, also der maximale Abstand zweier Stationen,  $L_{\max}$ , von der Anzahl der Tore des Sternkopplers, also der Stationszahl des Netzes, bestimmt wird.

Zum Aufbau optischer Datennetze lassen sich auch symmetrische aktive Sternkoppler verwenden, wobei sinngemäss die gleiche Definition der Symmetrie gilt. Ein solcher Sternkoppler hat  $n$  Tore, wobei jedes Tor je einen Eingang (mit einem optischen Empfänger) und einen Ausgang (mit einem optischen Sender) hat. Insgesamt besitzt der Sternkoppler also ebensoviele Eingänge wie Ausgänge. Ein solcher Sternkoppler wird im folgenden - analog zu dem entsprechenden passiven Typ - "symmetrischer aktiver Sternkoppler" genannt.

Die Eigenschaft "symmetrisch" besitzt er, weil er ebensoviele Eingänge wie Ausgänge hat und weil jedem Ausgang, auch dem Ausgang des Tores, in dessen Eingang die optischen Signale eingekoppelt wurde, die gleiche Signalleistung zugeteilt wird; die Eigenschaft "aktiv" besitzt er, weil alle eintreffenden optischen Signale in elektrische Signale umgesetzt, bezüglich des Pegels oder auch des Zeitverhaltens regeneriert, in einer elektronischen Schaltung auf alle Ausgänge verteilt und dort in optische Signale rückgewandelt werden und weil hierzu elektrische Energie benötigt wird.

Wesentlich ist, dass die maximale Netzreichweite, also der maximale Abstand zweier Stationen,  $L_{\max}$ , bei Verwendung eines aktiven Sternkopplers unabhängig von der Anzahl der Stern-Tore, also der Stationszahl ist.

## 3

Es können auch Netze mit aktiven und passiven Sternkopplern aufgebaut werden. Passive Sternkoppler haben eine hohe Ausfallsicherheit, eignen sich jedoch nur für Netze mit begrenzter Reichweite und Stationszahl. Aktive Sternkoppler sind für Netze mit sehr grosser Reichweite und zahlreichen Teilnehmern geeignet. Sie enthalten zahlreiche opto-elektrische Umsetzer und Elektronik, was sie im allgemeinen gegenüber passiven Sternkopplern teurer macht. Ausserdem sind zusätzliche Massnahmen zur Ausfallsicherheit notwendig.

Beim Aufbau flächendeckender Netze mit grossen Teilnehmerzahlen und Reichweiten ist es wegen der erwähnten Nachteile nicht vernünftig, ausschliesslich einen aktiven Sternkoppler zu verwenden, obwohl dies prinzipiell möglich wäre: Ein einziger aktiver Sternkoppler, mit dem alle Stationen des Netzes verbunden sind, würde in diesem Fall nicht nur einen hohen Aufwand für die Ausfallsicherheit, sondern auch einen hohen Aufwand an Kabelkosten zur Folge haben: Mehrere Stationen z. B., die dicht nebeneinander liegen und Cluster bilden, müssten jeweils auf individuellen LWL-Kabeln mit dem weitest entfernten aktiven Sternkoppler verbunden werden.

Beim Aufbau grosser Netze ist es sinnvoller, mehrere Sternkoppler zu verwenden, und zwar nicht nur aktive sondern auch passive, um deren Vorteile auch miteinzubeziehen:

Mehrere Stationen werden in Gruppen von typischerweise 8, eventuell\* auch mehr, z. B. 16 oder 32 Stationen durch einen passiven Sternkoppler miteinander verbunden. Mehrere dieser Subnetze mit passiven Sternkopplern werden durch aktive Sternkoppler miteinander verbunden.

Mehrere dieser Art gebildeter Netze mit aktiven Sternkopplern werden ihrerseits in Gruppen von z. B. 8 Netzen jeweils durch passive Sternkoppler miteinander verbunden usw. Man erhält auf diese Weise ein Netz kaskadierter aktiver und passiver Sternkoppler, das in seinen Ausmassen bequem der Zunahme des Datenaufkommens und dem Wachstum der Stationszahlen, z. B. eines industriellen Automatisierungssystems angepasst werden kann.

Beim Aufbau solcher Netze mit kaskadierten aktiven und passiven Sternkopplern muss jedoch ein wesentliches Problem gelöst werden: es muss verhindert werden, dass das von einem Sender ausgesandte Telegramm irgendeinen der Empfänger der angeschlossenen Stationen auf unterschiedlichen, mehreren Wegen, also mehrere Male hintereinander erreichen kann. Dies passiert zwangsläufig, wenn man zum Netzaufbau die oben beschriebenen symmetrischen

passiven und symmetrischen aktiven Sternkoppler gleichzeitig, d. h. gemeinschaftlich benutzt.

Ein Netzaufbau mit gleichzeitigem Einsatz von symmetrischen aktiven und symmetrischen passiven Sternkopplern ist also funktionsunfähig.

Dieses Problem kann durch Netze mit unsymmetrischen aktiven und passiven Sternkopplern sowie einem einzigen symmetrischen aktiven oder passiven Sternkoppler gelöst werden. Hierzu werden Splitter und Combiner eingesetzt, bei denen es sich um spezielle Ausführungen des allgemeinen Sternkopplers handelt:

- Der Splitter besitzt einen Eingang und n Ausgänge, er teilt das in seinem Eingang eintreffende Licht gleichmässig auf seine n Ausgangstore auf.
- Der Combiner besitzt n Eingänge und einen Ausgang; er koppelt jedes in einem seiner n Eingänge eintreffende Licht-Signal auf den gemeinsamen Ausgang über.

Es handelt sich bei Splittern und Combinern um unsymmetrische Sternkoppler. Sie können als passive oder aktive Bauelemente realisiert werden.

Als passive Bauelemente werden sie von zahlreichen Herstellern angeboten. Bei einem passiven Splitter bzw. Combiner liegt das Verhältnis zu eingekoppelter Leistung  $P_E$  zu ausgekoppelter Leistung  $P_A$  in der Grössenordnung von

$$P_E/P_A = n$$

wobei n die Anzahl der Splitter-Ausgänge bzw. Combiner Eingänge ist und interne Verluste unberücksichtigt sind. Hieraus resultiert die im Prinzip gleiche Abhängigkeit zwischen maximaler Stationenzahl und Reichweite eines Netzes bei Verwendung von Splittern bzw. Combinern und symmetrischen passiven Sternkopplern.

Bei aktiven Splittern und Combinern beruht die Wirkungsweise - wie bei aktiven symmetrischen Sternkopplern - darauf, dass das eintreffende optische Signal in einen optischen Empfänger in ein elektrisches Signal umgesetzt, elektrisch auf den Ausgang oder die Ausgänge verteilt und gegebenenfalls regeneriert wird und im Ausgang wieder in einen optischen Sender in ein optisches Signal rückumgesetzt wird. Maximale Reichweite und Teilnehmerzahl eines Netzes mit aktiven Splittern oder Combinern sind miteinander nicht korreliert. Bezüglich der Vor- und Nachteile von passiven und aktiven

Splittern und Combinern gelten die gleichen Angaben wie für symmetrische Sternkoppler. In diesem Zusammenhang sei besonders auf die Probleme der Ausfallsicherheit bei aktiven Splittern und Combinern hingewiesen. Je ein Splitter mit n Ausgängen und ein Combiner mit n Eingängen lässt sich paarweise zu einem sogenannten "Splitter/Combiner" zusammenfassen.

Ein Splitter/Combiner ist wiederum eine Sonderform eines Sternkopplers. Er besitzt ebensoviele Eingänge wie Ausgänge, er ist aber trotzdem kein symmetrischer Sternkoppler - im Sinn obiger Definition, weil das in irgendeinem seiner Eingänge eingekoppelte Licht nicht gleichmässig auf alle vorhandenen Ausgänge verteilt wird: Denn das z. B. in Eingang n+1 eingekoppelte Licht mag zwar gleichmässig auf die Ausgänge 1 bis n verteilt werden; Ausgang n+1 erhält kein Licht.

Koppelt man Licht an einen der Eingänge 1 bis n ein, erhält nur Ausgang n+1 Licht, während keiner der Ausgänge 1 bis n Licht erhält.

Splitter/Combiner kommen sowohl in aktiver wie in passiver Ausführung zum Einsatz.

Beim Netzaufbau dienen Splitter/Combiner zur gruppenweisen Zusammenfassung von Stationen oder Subnetzen (Teilnetzen).

Beim Prinzip der gruppenweisen Zusammenfassung in Stationen bzw. Subnetzen gelangt man schliesslich zum höchsten Punkt in der auf diese Weise gebildeten Netzhierarchie. In diesen höchsten Punkt kommt ein symmetrischer Sternkoppler zum Einsatz, entweder ein passiver oder aktiver, je nachdem, ob die Sternkoppler (Splitter/Combiner) auf der darunterliegenden Ebene aktiv oder passiv realisiert sind.

Splitter/Combiner dienen auf allen Ebenen der Netzhierarchie der gruppenweisen Zusammenfassung der Aufteilung der Datenströme. In den einzelnen Hierarchieebenen folgen passive und aktive Splitter/Combiner abwechselnd aufeinander. Alle von "unten", d. h. einer unteren Ebene kommenden Datenströme können über einen nur nach oben weitergereicht werden, wie aber unmittelbar nach unten zu anderen Stationen oder Subnetzen auf der gleichen oder eine tieferliegenden Ebene. Umgekehrt werden Datenströme, die von oben kommen, nur nach unten, niemals aber nach oben zurückgereicht. In diesem Sinn wird hier auch von einem "Up-stream"- bzw. einem "Down-stream"-Datenfluss gesprochen. Die eigentliche "Drehscheibe", in der der Datenfluss von Upstream auf Downstream umgeleitet wird, ist die höchste Stelle des Netzwerkes, indem als "Loop-back-point" (Rückkoppel-Punkt) ein symmetrischer Sternkoppler

## 6

wirkt. Dieser koppelt - in Übereinstimmung mit obiger Definition alle an einem Eingang eintreffenden Signale gleichmässig auf alle Ausgänge über, auch auf den Ausgang des Tores, durch dessen Eingang die Signale eingetreten sind. Für das Netzwerk ist entscheidend, dass nur ein einziger symmetrischer Sternkoppler existiert.

Durch die oben beschriebene Struktur werden Signalkreisströme verhindert, weil der Empfänger ein ausgesandtes Telegramm in der Tat nur ein einziges Mal erhält.

Ein Telegramm, dass in einer der Stationen zu einer unmittelbar benachbarten Station im selben Cluster geschickt werden soll, kann diese Station nicht auf dem kürzesten Weg erreichen, sondern muss zunächst sämtliche Ebenen der Netzwerkhierarchie "upstream" durchlaufen, muss an der höchsten Stelle gewendet werden und dann wieder alle Ebenen des Netzwerkes "downstream" durchlaufen bis es schliesslich die Bestimmungsstation erreicht. Nimmt man an, dass die Station einen geringen Abstand im von der Sendestation hat, dass aber die zurückgelegte LWL-Strecke vielleicht 3 km betragen mag, zieht man in Betracht, dass das Telegramm auf seinem "up"- und "down-stream" Weg weitere ausfallgefährdete aktive Splitter/Combiner oder auch zusätzlich den ausfallgefährdeten aktiven Sternkoppler an der Netzwerkespitze (dem Loop-back-point) durchlaufen muss, dann ergeben sich eine Fülle von Gefährdungen und Verfälschungsmöglichkeiten für die Datenübertragung, die angesichts der unmittelbaren Nachbarschaft der beiden kommunizierenden Stationen einfach als absurd bezeichnet werden muss. Die Kommunikation zwischen Stationen, die funktional zusammenhängen, bricht zusammen, wenn auch nur eine einzige der vielen übergeordneten Netzebenen oder der sie verbindenden Komponenten, z. B. eine weit entfernte Komponente in der Nähe von oder um den "Loop-back-point" des Netzes, ausfällt.

Der zweite Nachteil ist ökonomischer Art: lokale Netzwerke (LANs) sollen flexibel sein, d. h. z. B. sie sollen mit der Zunahme der Teilnehmerstationen mitwachsen können.

Hat man ein Netz mit z. B. zunächst nur 8 Stationen zu installieren, wird man diese 8 Stationen mit einem symmetrischen passiven Sternkoppler verbinden. Wächst die Stationszahl auf z. B. 16 an, so kann man je 8 Stationen mit einem passiven Splitter/Combiner zusammenfassen und die beiden entstandenen Subnetze ihrerseits mit einem aktiven Sternkoppler verbinden. D. h. aber: der



vorher angeschaffte und eingesetzte passive symmetrische Sternkoppler ist im erweiterten Netz überflüssig.

Ausgehend von dem oben beschriebenen Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, das eingangs beschriebene Netz derart weiterzuentwickeln, dass im Netz symmetrische, passive Sternkoppler und unsymmetrische aktive Sternkoppler eingesetzt werden können, ohne dass die von einer beliebigen Station gesendeten Daten die gleichen Empfänger auf mehreren, unterschiedlichen Wegen hintereinander erreichen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass im Netz eingesetzte aktive unsymmetrische Sternkoppler ein an einem Eingang eines beliebigen Tores des Sternkopplers empfangener Signalstrom nur an die Ausgänge aller anderen Tore weiterleiten, während die Empfänger der anderen Tore für mindesten die Dauer des Signalstroms gegen einlaufende Signale blockiert werden.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens besteht erfindungsgemäss darin, dass jedem Empfänger eines Tors ein Schaltelement nachgeschaltet ist, das durch ein dem Sender des Tors zugeführten Signalstrom nichtleitend steuerbar ist und dass der Empfänger jedes Tors nur mit den Sendern der anderen Tore verbunden ist.

Bei den aktiven Sternkopplern kommen also nur unsymmetrische Typen zum Einsatz, die folgende Eigenschaften A und B aufweisen:

Eigenschaft A: Das in den Eingang eines beliebigen Tores X eingekoppelte Signal soll stets nur an die Ausgänge aller anderen Tore ausser X unmittelbar übertragen werden.

Eigenschaft B: Die in die Ausgänge der verschiedenen Tore übertragenen Signale (Telegramme) sollen für die Dauer T des Signals (Telegramms) und einer bestimmten Zeit T darüberhinaus jeden eventuellen über den Empfänger E des betreffenden Tores einlaufenden Datenstrom unterbrechen - durch eine Rückflusssperre.

Die Erfindung hat folgende Vorteile: Ein Telegramm, das von einer Station zu einer unmittelbar benachbarten Station ausgesandt wird, erreicht diese auf

## 8

dem kürzesten Weg über den gemeinsamen passiven Sternkoppler, der in der untersten Ebene der Netztopologie eingesetzt wird. Es entfällt deshalb die Fülle an Beeinträchtigungsmöglichkeiten, wie wenn der Signalstrom sämtliche übergeordneten Hierarchieebenen und deren verbindenden Komponenten durchlaufen muss. Das ganze Netzwerk oberhalb des passiven Sternkopplers kann sogar zusammenbrechen: trotzdem werden die einzelnen Stationen innerhalb ihrer "Inseln", d. h. Subnetze, ihre Kommunikation aufrechterhalten können.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist wirtschaftlicher Art bei Local Area Networks (LAN's). Der vielfach geforderten LAN-Eigenschaft "Flexibilität", d. h. die Fähigkeit des LANs mit der Zunahme der Stationen mitwachsen zu können, wird auf preiswertere Art Rechnung getragen: Hat man ein Netz mit z. B. nur 8 Stationen, wird man entsprechend dem oben erläuterten Konzept diese 8 Stationen mit einem passiven symmetrischen Sternkoppler verbinden.

Wächst die Stationszahl z. B. auf 16 an, so wird man nach dem Konzept die 2. Gruppe der hinzugekommenen 8 Stationen ebenfalls durch einen passiven symmetrischen Sternkoppler verbinden. Die nun bestehenden Subnetze legt man mit einem unsymmetrischen aktiven Sternkoppler zusammen. Es muss daher nicht ein zuvor angeschaffter und kostspieliger Sternkoppler (Splitter/Combiner) aus dem Netzwerk entfernt und ausrangiert werden.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand eines in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben, aus dem sich weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile ergeben.

Es zeigen:

Fig. 1 einen aktiven, unsymmetrischen Sternkoppler im Schema,

Fig. 2 ein Schaltbild eines Netzes mit Stationen und passiven symmetrischen Sternkopplern sowie aktiven, unsymmetrischen Sternkopplern.

Ein aktiver unsymmetrischer Sternkoppler 1 enthält Tore 2, 3, 4 und 5. Es können auch mehr Tore vorhanden sein. Jedes Tor 2 bis 5 weist einen an einen Lichtwellenleiter 6 angeschlossenen Sender und einen an einen Lichtwellenleiter 8 angeschlossenen Empfänger 9 auf. Dem Sender 7 ist ein mit R bezeichneter Regenerator vorgeschaltet, der von einem ODER-Glied gespeist wird. Es sind, der Anzahl der Tore entsprechend, vier ODER-Glieder 10, 11, 12, 13 vorgesehen. Die Eingänge der ODER-Glieder 10 bis 13 sind jeweils so

## 9

mit Regeneratoren R verbunden, dass keine Verbindung vom Sender zum Empfänger des gleichen Tors vorhanden ist.

Die in Fig. 1 dargestellte Anordnung arbeitet wie folgt:

Es sei angenommen, dass im Anschluss an eine Sendepause - ein Signal, das Daten beinhaltet, in den Empfänger 9 des Tors 2 einläuft. Der Sternkoppler 1 besitzt die Eigenschaft, dass die Daten nicht unmittelbar auf den Sender 7 des Tors 2 übergekoppelt werden. Weiterhin besitzt der Sternkoppler 1 die Eigenschaft, dass der Datenstrom des Signals, der in die Sender 7 aller anderen Tore 3, 4, 5 übertragen wird, Rückflusssperren, nämlich Schaltelemente 14, betätigt, die den Empfängern 9 nachgeschaltet sind. Die Schaltelemente werden von dem jeweils dem Sender 7 zugeführten Signal oder einem Steuersignal, das mindestens die Dauer des Datenstroms erzeugt wird, geöffnet.

Der in Bild 1 dargestellte Regenerator (Repeater R) ist auf der einen Seite nur optional vorgesehen, auf der anderen Seite soll er, falls er eingebaut wird, nicht - wie dargestellt - für jedes Tor einzeln implementiert werden, vielmehr kann die Regeneration auch in einem zentralen Baustein für alle Tore gemeinsam erfolgen. Das Symbol R soll im Bild lediglich darauf hinweisen, dass es sich um - gegebenenfalls - regenerierte Ausgangssignale handelt.

Das Prinzip eines Netzaufbaus zeigt Fig. 2. Das in Fig. 2 dargestellte Netz enthält Stationen von denen nur einige mit 15, 16, 17, 18, 19, 20 und 21, 22, 23 bezeichnet sind. Jede Station z. B. 15 bis 23 enthält einen mit S bezeichneten Sender und einen mit E bezeichneten Empfänger, die beide am Lichtwellenleiter angeschlossen sind, die bei allen Stationen mit 24, 25 bezeichnet sind.

In einer ersten Netzebene sind symmetrische, passive Sternkoppler 26, 27, 28 je an drei Stationen 15, 16, 17 bzw. 18, 19, 20 bzw. 21, 22, 23 angeschlossen. Die Gruppen der Stationen 15, 16, 17 bzw. 18, 19, 20 bzw. 21, 22, 23 bilden jeweils ein Cluster.

Von den Sternkopplern 26, 27, 28 verlaufen jeweils gleich bezeichnete Lichtwellenleiter 29, 30, von denen einer für die Senderichtung, der andere für die Empfangsrichtung bestimmt ist, zu einem aktiven unsymmetrischen Sternkoppler 30, der den in Fig. 1 dargestellten Aufbau hat. Ein zweiter aktiver Sternkoppler 32 mit dem in Fig. 1 dargestellten Aufbau. Dem aktiven,

## 10

unsymmetrischen Sternkoppler 32 sind in gleicher Weise wie dem Sternkoppler 31 nicht näher bezeichnete passive, symmetrische Sternkoppler nachgeordnet, die wiederum mit nicht näher bezeichneten Stationen verbunden sind. Es sind jeweils 3 Stationen pro passivem Sternkoppler dargestellt, jedoch können auch mehr oder weniger Stationen vorgesehen sein. Bei den passiven Sternkopplern 26 bis 28 handelt es sich um kommerziell verfügbare optische Bausteine.

Die Sternkoppler 31, 32 sind je über zwei Lichtwellenleiter 33, 34 mit einem weiteren passiven, symmetrischen Sternkoppler 35 verbunden, der in der dritten Netzebene angeschlossen ist. Die Sternkoppler 31, 32 befinden sich in der zweiten Netzebene.

Wenn z. B. die Station 15 einen Datenstrom sendet, gelangt dieser über den Sternkoppler 26 zu den Stationen 16, 17. Zu den Stationen 18 bis 22 gelangt der Datenstrom über den Sternkoppler 31. Die an den Sternkoppler 32 angeschlossenen Stationen erhalten über den Sternkoppler 35 den Datenstrom.

Wesentlich ist, dass die gruppenweise Zusammenfassung von Stationen entweder durch passive symmetrische oder aktive unsymmetrische Sternkoppler mit Rückflusssperre vorgenommen wird, und zwar in der Art, dass ein Signal, das in einer unteren Ebene der Netzhierarchie kommend den nächst höheren Sternkoppler erreicht, unmittelbar durch eben diesen Sternkoppler auch zu den Stationen oder Subnetzen der genannten unteren Ebene zurückgeleitet wird, also nicht nur zu einer höheren Hierarchieebene geleitet werden kann. Die Gefahr eines Rückflusses der Signalströme wird durch Rückflusssperren ausgeschlossen. Die Rückflusssperre kann durch ein vom Beginn eines Signalstroms angestossenes Monoflop betätigt werden, dessen Ausgangssignal mindestens so lange dauert wie der Signalstrom. Diese Massnahme ist z. B. für Netze geeignet, in denen Signalströme, z. B. Telegramme, von gleicher Dauer übertragen werden. Falls verschieden lange Telegramme übertragen, können retriggerbare Monoflops verwendet werden.

Der Netzaufbau löst also das oben geschilderte Problem: Signalkreisströme werden verhindert, so dass jeder Empfänger ein ausgesandtes Telegramm in der Tat nur einmal erhält. Das in Fig. 2 dargestellte Netz eignet sich besonders für eine nach dem Token-Bus-Prinzip erfolgende Kommunikation.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Informationsübertragung in einem sternförmigen Netz zwischen Stationen, wobei an Verzweigungsstellen des Netzes Sternkoppler vorgesehen sind,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass im Netz eingesetzte aktive, unsymmetrische Sternkoppler (1) ein an einem Eingang eines beliebigen Tors (2, 3, 4, 5) empfangener Signalstrom nur an die Ausgänge aller anderen Tore weiterleiten, während die Empfänger der anderen Tore für die Dauer des Signalstroms gegen einlaufende Signale blockiert werden.
2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem sternförmigen Netz für die Informationsübertragung zwischen Stationen, wobei Sternkoppler an Verzweigungsstellen vorgesehen sind,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in jedem aktiven Sternkoppler (1) bei jedem Tor (2, 3, 4, 5) dem Empfänger (9) ein Schaltelement (14) nachgeschaltet ist, das durch ein dem Sender (7) des Tors (2, 3, 4, 5) zugeführtes Signal nichtleitend steuerbar ist, und dass der Empfänger (9) jedes Tors (2, 3, 4, 5) nur mit den Sendern (7) der anderen Tore verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass an die Sender (7) und Empfänger (9) Lichtwellenleiter (6, 8) angeschlossen sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass den Sendern (7) Regeneratoren vorgeschaltet sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass für alle Tore ein gemeinsamer Regenerator vorgesehen ist, der in  
ODER-Verknüpfung mit allen auszusendenden Signalen des Sternkopplers  
beaufschlagbar ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder einem der folgenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass im Netz eine untere Ebene mit passiven, symmetrischen Sternkopplern  
(26, 27, 28) vorgesehen ist, denen Stationen (15, 16, 17, 18, 19, 20, 21,  
22, 23) nachgeschaltet sind und die mit aktiven, unsymmetrischen Stern-  
kopplern (31, 32) verbunden sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder einem der folgenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass im Netz Telegramme mit bestimmter Dauer übertragen werden und dass  
im aktiven, unsymmetrischen Sternkoppler die Schaltelemente der an den  
Empfänger eines Telegramms angeschlossenen Sender durch ein zu Beginn des  
Telegramms angestossenes Monoflop nichtleitend gesteuert werden, dessen  
Ansprechdauer grösser als die Dauer ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder einem der folgenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass im Netz die Kommunikation nach dem Token-Bus-Zugriffsprinzip erfolgt.
9. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder einem der folgenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Netz hierarchisch in verschiedenen Ebenen gegliedert ist, wobei  
die einzelnen Ebenen durch gruppenweise Zusammenfassung einzelner  
Stationen oder Subnetze wechselweise mit unsymmetrischen aktiven bzw.  
symmetrischen passiven Sternkopplern gebildet werden.

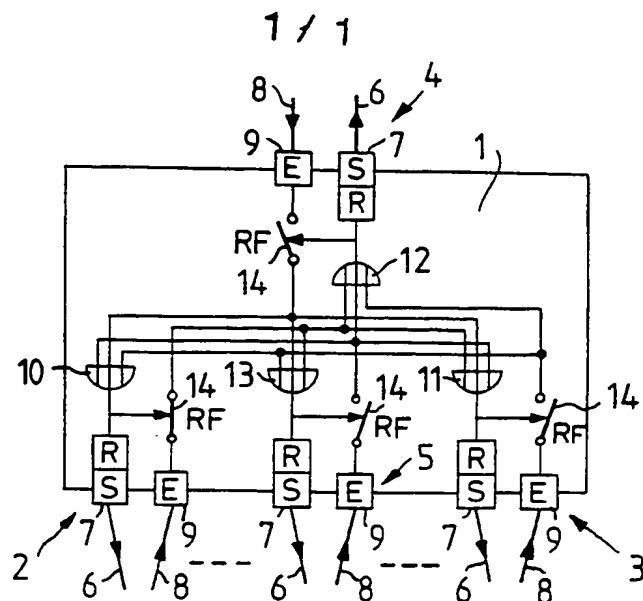


FIG. 1

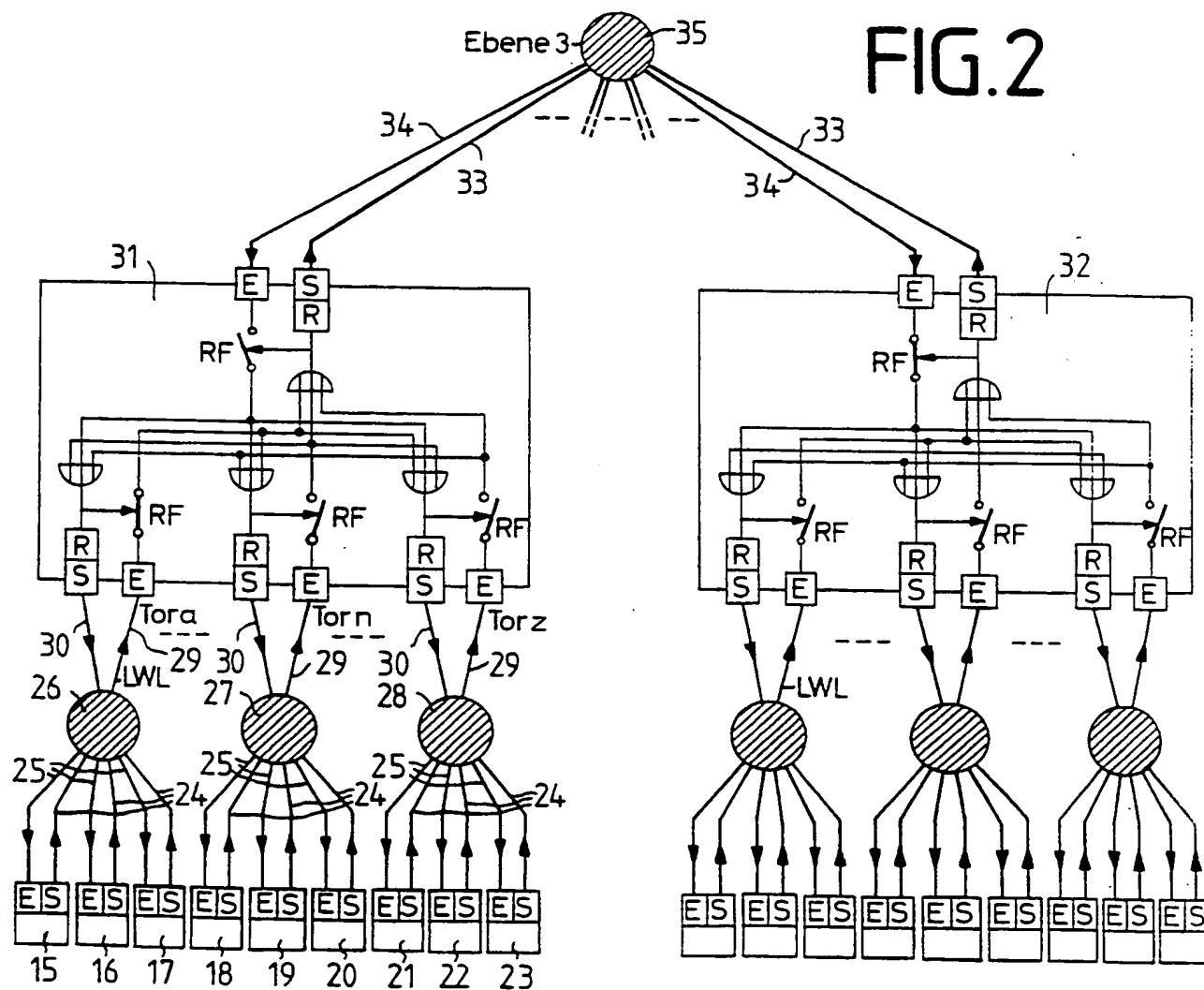


FIG. 2

ERSATZBLATT

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No **PCT/EP 89/00156**

<b>I. CLASSIFICATION SUBJECT MATTER</b> (If several classification symbols apply, indicate all) <sup>6</sup> According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC <b>Int.Cl.<sup>5</sup> H 04 L 11/16, H 04 B 9/00</b>																							
<b>II. FIELDS SEARCHED</b> <div style="text-align: right; font-size: small;">Minimum Documentation Searched <sup>7</sup></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; padding: 5px;">Classification System</td> <td style="padding: 5px;">Classification Symbols</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Int.Cl.<sup>5</sup></td> <td style="padding: 5px;">H 04 L</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; font-size: x-small; margin-top: 10px;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched <sup>8</sup></div>			Classification System	Classification Symbols	Int.Cl. <sup>5</sup>	H 04 L																	
Classification System	Classification Symbols																						
Int.Cl. <sup>5</sup>	H 04 L																						
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT<sup>9</sup></b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%; padding: 5px;">Category <sup>*</sup></th> <th style="width: 70%; padding: 5px;">Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup></th> <th style="width: 20%; padding: 5px;">Relevant to Claim No. <sup>13</sup></th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">DE, A, 3305115 (RICOH) 18 August 1983, see page 10, line 7 - page 12, line 9; page 15, lines 23-37; page 22, line 35 page 23, line 8; figure 6</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1-5</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">6, 7, 9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">EP, A, 0292072 (PHILIPS) 23 November 1988, see abstract; page 4, lines 17-19; page 5, line 45 - page 6, line 42</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1, 2, 4</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">6, 9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">DE, A, 3503364 (HIRSCHMANN) 14 August 1986, see abstract; figures 1, 2</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1, 3-6, 9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">New Electronics, volume 16, no. 12, 14 June 1983 (London, GB), L. Hunt: "'First in' signal switch isolator ", page 19, see the whole article</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1, 2, 7</td> </tr> </table>			Category <sup>*</sup>	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>	X	DE, A, 3305115 (RICOH) 18 August 1983, see page 10, line 7 - page 12, line 9; page 15, lines 23-37; page 22, line 35 page 23, line 8; figure 6	1-5	A		6, 7, 9	X	EP, A, 0292072 (PHILIPS) 23 November 1988, see abstract; page 4, lines 17-19; page 5, line 45 - page 6, line 42	1, 2, 4	A		6, 9	A	DE, A, 3503364 (HIRSCHMANN) 14 August 1986, see abstract; figures 1, 2	1, 3-6, 9	A	New Electronics, volume 16, no. 12, 14 June 1983 (London, GB), L. Hunt: "'First in' signal switch isolator ", page 19, see the whole article	1, 2, 7
Category <sup>*</sup>	Citation of Document, <sup>11</sup> with indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>																					
X	DE, A, 3305115 (RICOH) 18 August 1983, see page 10, line 7 - page 12, line 9; page 15, lines 23-37; page 22, line 35 page 23, line 8; figure 6	1-5																					
A		6, 7, 9																					
X	EP, A, 0292072 (PHILIPS) 23 November 1988, see abstract; page 4, lines 17-19; page 5, line 45 - page 6, line 42	1, 2, 4																					
A		6, 9																					
A	DE, A, 3503364 (HIRSCHMANN) 14 August 1986, see abstract; figures 1, 2	1, 3-6, 9																					
A	New Electronics, volume 16, no. 12, 14 June 1983 (London, GB), L. Hunt: "'First in' signal switch isolator ", page 19, see the whole article	1, 2, 7																					
<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: x-small;"> <div style="width: 45%;"> <p><sup>*</sup> Special categories of cited documents: <sup>10</sup></p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> </div> </div>																							
<b>IV. CERTIFICATION</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">           Date of the Actual Completion of the International Search  <b>18 October 1989 (18.10.89)</b> </td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">           Date of Mailing of this International Search Report  <b>21 November 1989 (21.11.89)</b> </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">           International Searching Authority  <b>European Patent Office</b> </td> <td style="padding: 5px;">           Signature of Authorized Officer         </td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search <b>18 October 1989 (18.10.89)</b>	Date of Mailing of this International Search Report <b>21 November 1989 (21.11.89)</b>	International Searching Authority <b>European Patent Office</b>	Signature of Authorized Officer																	
Date of the Actual Completion of the International Search <b>18 October 1989 (18.10.89)</b>	Date of Mailing of this International Search Report <b>21 November 1989 (21.11.89)</b>																						
International Searching Authority <b>European Patent Office</b>	Signature of Authorized Officer																						



## III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)

Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
A	EP, A, 0173508 (XEROX) 5 March 1986, see abstract	1,3,6,7,9
A	Journal of Lightwave Technology, volume LT-3, no. 3, June 1985, IEEE (New York, US), S.D. Personick: "Protocols for fiber-optic local area networks" , pages 426-431, see page 430, paragraph B.2	1,3,8

# ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

EP 8900156  
SA 26754

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 14/11/89. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A- 3305115	18-08-83	JP-A- 58139543 US-A- 4516272	18-08-83 07-05-85
EP-A- 0292072	23-11-88	JP-A- 63310243	19-12-88
DE-A- 3503364	14-08-86	None	
EP-A- 0173508	05-03-86	JP-A- 61065637	04-04-86

EPO FORM P0379

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen **PCT/EP 89/00156**

<b>I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) <sup>6</sup>		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int. Cl. <b>5</b> H 04 L 11/16, H 04 B 9/00		
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff <sup>7</sup>		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int. Cl. <b>5</b>	H 04 L	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen <sup>8</sup>		
<b>III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN<sup>9</sup></b>		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup>	Betr. Anspruch Nr. <sup>13</sup>
X	DE, A, 3305115 (RICOH) 18. August 1983, siehe Seite 10, Zeile 7 - Seite 12, Zeile 9; Seite 15, Zeilen 23-37; Seite 22, Zeile 35 - Seite 23, Zeile 8; Figur 6	1-5
A	--	6, 7, 9
X	EP, A, 0292072 (PHILIPS) 23. November 1988, siehe Zusammenfassung; Seite 4, Zeilen 17-19; Seite 5, Zeile 45 - Seite 6, Zeile 42	1, 2, 4
A	--	6, 9
A	DE, A, 3503364 (HIRSCHMANN) 14. August 1986, siehe Zusammenfassung; Figuren 1, 2	1, 3-6, 9
A	New Electronics, Band 16, Nr. 12, 14. Juni 1983, (London, GB),	1, 2, 7
	./.	
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen<sup>10</sup>:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
<b>IV. BESCHEINIGUNG</b>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
18. Oktober 1989		21. 11. 89
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
Europäisches Patentamt		T.K. WILLIS

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
	L. Hunt: "'First in' signal switch isolator", Seite 19, siehe den ganzen Artikel --	
A	EP, A, 0173508 (XEROX) 5. März 1986, siehe Zusammenfassung --	1,3,6,7,9
A	Journal of Lightwave Technology, Band LT-3, Nr. 3, Juni 1985, IEEE (New York, US), S.D. Personick: "Protocols for fiber-optic local area networks", Seiten 426-431, siehe Seite 430, Abschnitt B.2 ----	1,3,8

# ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

EP 8900156  
SA 26754

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.  
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 14/11/89  
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A- 3305115	18-08-83	JP-A- 58139543 US-A- 4516272	18-08-83 07-05-85
EP-A- 0292072	23-11-88	JP-A- 63310243	19-12-88
DE-A- 3503364	14-08-86	Keine	
EP-A- 0173508	05-03-86	JP-A- 61065637	04-04-86

EPO FORM P0473

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**